

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217178

(P2002-217178A)

(43) 公開日 平成14年8月2日(2002.8.2)

(5) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チート ¹ (参考)
H 0 1 L 21/3065		C 2 3 C 16/46	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/46		H 0 1 L 21/28	A 4 M 1 0 4
H 0 1 L 21/28		21/324	W 5 P 0 0 4
21/324		21/302	N 5 P 0 3 3
21/768		21/90	C
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-14348(P2001-14348)

(22) 出願日 平成13年1月23日(2001.1.23)

(71) 出願人 000219987

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂五丁目3番6号

(72) 発明者 北山 博文

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放

送センター東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 松島 範昭

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放

送センター東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100090125

弁理士 浅井 章弘

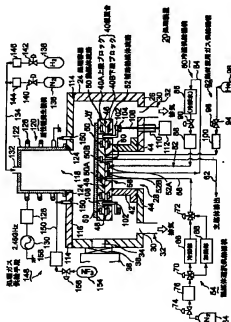
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理装置及び処理方法

(57) 【要約】

【課題】 1つの処理容器内において低温処理と高温処理ができ、しかも昇温操作と比較して長い時間を要する降温操作を迅速に行うことが可能な処理装置を提供する。

【解決手段】 真空引き可能な処理容器24と、前記処理容器内へ必要な処理ガスを供給する処理ガス供給手段148と、処理すべき被処理体Wを載置する載置台40とを有する処理装置において、前記載置台上に熱媒体を流すための熱媒体流路50を形成し、前記熱媒体流路に、低温処理を行うための冷却用熱媒体と高温処理を行うための加熱用熱媒体とを選択的に供給する熱媒体選択供給機構54を接続するように構成する。これにより、1つの処理容器内において低温処理と高温処理ができ、しかも昇温操作と比較して長い時間を要する降温操作を迅速に行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ必要な処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、処理すべき被処理体を載置する載置台とを有する処理装置において、前記載置台上に熱媒体を流すための熱媒体流路を形成し、前記熱媒体流路に、低温処理を行うための冷却用熱媒体と高温処理を行うための加熱用熱媒体とを選択的に供給する熱媒体選択供給機構を接続するように構成したことを特徴とする処理装置。

【請求項2】 前記載置台には、補助熱媒体流路が形成されており、前記補助熱媒体流路には必要時に前記高温処理後に前記載置台の降温を促進させるための冷媒を流すための冷媒供給機構を接続するように構成したことを特徴とする請求項1記載の処理装置。

【請求項3】 前記載置台は、上段ブロックと下段ブロックとに上段2下段2に分離して接合されており、前記上段ブロックには前記熱媒体流路が形成され、前記下段ブロックには前記補助熱媒体流路が形成されていることを特徴とする請求項2記載の処理装置。

【請求項4】 前記上段ブロックと前記下段ブロックとの接合部には、不活性ガスよりなる熱対流用ガスを供給する熱対流用ガス供給機構が接続されていることを特徴とする請求項3記載の処理装置。

【請求項5】 前記処理容器には、必要な活性種を発生させて前記処理容器内へ導入するための活性種発生機構が接続されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の処理装置。

【請求項6】 前記低温処理は、前記被処理体の表面に形成されている自然酸化膜を中間体へ変換する中間体形成処理であり、前記高温処理は、前記中間体を昇華させる昇華処理であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の処理装置。

【請求項7】 前記中間体形成処理では、プラズマガスとして N_2 、ガスと H_2 、ガスを用い、処理ガスとして NF_3 、ガスと SF_6 、ガスと CF_4 、ガスの内の少なくとも一種を用いるようにしたことを特徴とする請求項6記載の処理装置。

【請求項8】 真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ必要な処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、処理すべき被処理体を載置する載置台とを有する処理装置を用いた処理方法において、前記載置台上に載置した被処理体に対して所定の低温の温度範囲において低温処理を行う低温処理工程と、前記低温処理工程に引き続いて前記載置台を加熱することにより前記被処理体を昇温して所定の高温の温度範囲内において高温処理を行う高温処理工程とを有することを特徴とする処理方法。

【請求項9】 前記低温処理工程は、前記被処理体の表面に形成されている自然酸化膜を中間体へ変換する工程であり、前記高温処理工程は、前記中間体を昇華させる

工程であることを特徴とする請求項8記載の処理方法。

【請求項10】 前記所定の低温の温度範囲は $10 \sim 25^\circ C$ であり、前記所定の高温の温度範囲は $200 \sim 400^\circ C$ であることを特徴とする請求項8または9記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン基板等の半導体ウエハなどに所定の2つの処理を連続的に行う処理装置及び処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体集積回路を形成するためには、シリコン基板等の半導体ウエハの表面に成膜処理、酸化拡散処理、アニール処理、改質処理、エッチング処理等の各種の処理が繰り返して施されることになる。この場合、上記各処理の処理直前に、半導体ウエハ表面に自然酸化膜(SiO_2)が生成されていると、半導体集積回路の電気的特性が劣化したり、最悪の場合には不良品となる場合もあった。そこで、必要な場合には上記各種処理を行う直前に半導体ウエハ表面に付着している自然酸化膜を除去する処理、すなわちプレクリーニング(Pre-Cleaning)が行われている。ここで従来のプレクリーニング処理の一例について説明する。ここではプレクリーニング処理として、まず、自然酸化膜を昇華し易い中間体に変換し、その後、これを加熱することにより中間体を昇華させて自然酸化膜を除去するようにした、2段階プロセスのプレクリーニング処理について説明する。

【0003】図8は自然酸化膜を中間体に変換する従来の処理装置の一例を示す概略構成図、図9は中間体を昇華させる従来の処理装置の一例を示す概略構成図である。まず、図8に示すように、処理装置1の真空引き可能になされた処理容器2の載置台4上にシリコン基板よりなる半導体ウエハを載置する。この半導体ウエハの表面には、すでに不必要な自然酸化膜が付着している。この処理容器2の天井部には、例えば $2.45GHz$ のマイクロ波により N_2 、ガスと H_2 、ガスとからプラズマを形成するためのリモートプラズマ発生機構8が設けられており、上記プラズマを利用して水素活性種(H^*)や窒素活性種(N^*)を形成するようになっている。そして、減圧状態に維持された処理容器2内において、載置台4に冷却水を通してウエハ温度を例えば $15^\circ C$ 程度の比較的低温に維持しつつ、処理ガスとして NF_3 、ガスを導入する。これにより、 NF_3 、ガス等と上記各活性種である H^* や N^* が自然酸化膜に作用して反応し、自然酸化膜は中間体である(NH_3)、 SiF_4 に変換される結果、中間体膜8が形成されることになる。

【0004】次に、表面に中間体膜8が形成された半導体ウエハをこの処理装置から取り出して図9に示すよ

うな群の処理装置10内へ導入する。この処理装置10内の載置台12には、加熱手段として例えば抵抗加熱ヒータ14を設けており、例えば N_2 ガスの減圧雰囲気下において、この半導体ウエハWを、例えば200℃程度の比較的高温に維持する。これにより、上記半導体ウエハ表面に付着していた中間体膜8は、熱分解して昇華し、 H_2 、 N_2 、 NH_3 、 SiF_4 、 H_2O ガス等になって排出されて行き、これにより、半導体ウエハ表面から自然酸化膜を除去することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したようなプレクリーニング処理では、中間体の形成を行う処理装置1と、この中間体を昇華させる処理装置10の2つの装置が必要であることから、大幅な設備コストを余儀なくされてしまう、といった問題があった。特に、複数の各種の処理装置を、トランスチャンプの周囲に、いわずにずなり状に接続してあるクラスツール装置にあっては、接続できる装置数は制限されていることから、上述したようにプレクリーニング処理を行うだけで2つの処理装置を設けるのは、処理効率の上からも好ましくなかった。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、1つの処理容器内において低温処理と高温処理ができ、しかも昇華操作と比較して長い時間を要する降溫操作を迅速に行うことが可能な処理装置及び処理方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に規定する発明は、真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ必要な処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、処理すべき被処理体を載置する載置台とを有する処理装置において、前記載置台上に熱媒体を流すための熱媒体流路を形成し、前記熱媒体流路に、低温処理を行うための冷却用熱媒体と高温処理を行うための加熱用熱媒体とを選択的に供給する熱媒体選択供給機構を接続するように構成したものである。これにより、載置台の熱媒体流路に冷却用熱媒体と高温用熱媒体とを選択的に流すことにより、同一の処理容器内において低温処理と高温処理とを連続的に、且つ迅速に行うことが可能となる。

【0007】また、例えば請求項2に規定するように、前記載置台には、補助熱媒体流路が形成されており、前記補助熱媒体流路には必要時に前記高温処理後に前記載置台の降溫を促進させるための冷媒を流すための冷媒供給機構を接続するように構成してもよい。これによれば、載置台の降溫時に補助熱媒体流路に冷媒を流すことにより、載置台の降溫操作を更に迅速に行うことが可能となり、その分、スループットを向上させることが可能となる。

【0008】この場合、例えば請求項3に規定するように、前記載置台は、上段ブロックと下段ブロックとより

下2段に分離して接続されており、前記上段ブロックには前記熱媒体流路が形成され、前記下段ブロックには前記補助熱媒体流路が形成されているようにしてもよい。上記の場合、例えば請求項4に規定するように、前記上段ブロックと前記下段ブロックとの接合部には、不活性ガスよりなる熱対流用ガスを供給する熱対流用ガス供給機構が接続されているようにしてもよい。これによれば、上段ブロックと下段ブロックとの間の微細な隙間（接合部）に熱対流用ガスが導入されるので、両ブロック間の熱伝達効率を促進させて、載置台の降溫操作を一段と迅速に行うことが可能となる。

【0009】また、例えば請求項5に規定するように、前記処理容器には、必要な活性種を発生させて前記処理容器内へ導入するための活性種発生機構が接続されている。また、例えば請求項6に規定するように、前記低温処理は、前記被処理体の表面に形成されている自然酸化膜を中間体へ変換する中間体形成処理であり、前記高温処理は、前記中間体を昇華させる昇華処理である。

【0010】また、例えば請求項7に規定するように、前記中間体形成処理では、プラズマガスとして N_2 ガスと H_2 ガスをを用い、処理ガスとして NF_3 ガスと SF_6 ガスと CF_4 ガスの内の少なくとも一種を用いる。請求項8に係る発明は、上記処理装置を用いて実施される方法発明であり、すなわち、真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ必要な処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、処理すべき被処理体を載置する載置台とを有する処理装置を用いた処理方法において、前記載置台上に載置した被処理体に対して所定の低温の温度範囲において低温処理を行う低温処理工程と、前記低温処理工程に引き続いて前記載置台を加熱することにより前記被処理体を昇温して所定の高温の温度範囲内において高温処理を行う高温処理工程とを有する。

【0011】この場合、例えば請求項9に規定するように、前記低温処理工程は、前記被処理体の表面に形成されている自然酸化膜を中間体へ変換する工程であり、前記高温処理工程は、前記中間体を昇華させる工程である。また、例えば請求項10に規定するように、前記所定の低温の温度範囲は100〜25℃であり、前記所定の高温の温度範囲は200〜400℃である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る処理装置及び処理方法の実施例を添付図面に基いて詳述する。図1は本発明に係る処理装置を示す構成図、図2は図1中の載置台中に形成された熱媒体流路を示す水平断面図、図3は図1中の載置台中に形成された補助熱媒体流路を示す水平断面図である。ここでは、処理として前述したプレクリーニング処理を行う場合を例にとりて説明する。この処理装置20は、図示するように例えばアルミニウムにより内部が筒体状に成形された処理容器24を有している。この処理容器24の底部26の中心部に

は、挿通孔28が形成されると共に周辺部には、排気口30が形成されており、この排気口30には、図示しない真空引きポンプ等を介した真空排気系32が接続されており、容器内部を真空引き可能としている。この排気口30は、容器底部26に複数個、例えば等間隔で同一円周上に4個程度設けられ、各排気口30は、真空排気系32により共通に真空引きされている。

【0013】また、この処理容器24の側壁の一部には、ウエハ搬出入口34が設けられ、ここに真空引き可能になされたトランスファチャンバ36との間を連通・遮断する前記ゲートバルブ38を設けている。尚、トランスファチャンバ36に替えて、ロードロック室を設ける場合もある。この処理容器24内には、例えば表面がアルマイト処理されたアルミニウム製の円板状の載置台40が設けられ、この上面に被処理体としての例えばシリコン基板よりなる半導体ウエハを載置するようにになっている。この載置台40の下端中央部には下方に延びる中空円筒状の脚部42が一体的に形成されている。この脚部42の下端は上記容器底部26の挿通孔28の周辺部にオリング等のシール部材44を介在させてボルト等を用いて気密に取り付け固定される。従って、この中空脚部42内は、外側に開放され、処理容器24内に対して気密状態となっている。

【0014】上記載置台40は、薄い円板状の上段ブロック40Aと、同じく薄い円板状の下段ブロック40Bとを上下2段に分離して接合されて構成されている。そして、上段及び下段ブロック40A、40Bはそれぞれ2cm程度の厚さに設定されると共に、両ブロック40A、40Bの接合部には、その周縁部に沿ってオリング等のシール部材46が介在されており、両ブロック40A、40B間に形成される隙間48を処理容器24内側に対して気密にシールしている。そして、上記上段ブロック40A内には、図2にも示すように、断面が例えば矩形形状になされた熱媒体流路50が上段ブロック40Aの全域に亘って例えば1〜2周程度、あたかも巻回するように形成されている。また、上記下段ブロック40B内にも、図3にも示すように、断面が例えば矩形形状になされた熱媒体流路52が下段ブロック40Bの全域に亘って例えば1〜2周程度、あたかも巻回するように形成されている。尚、これらの流路50、52の巻回数は上述したものに限定されず、更に多く設定してもよい。

【0015】そして、上記上段ブロック40Aの熱媒体流路50には、本発明の特徴とする熱媒体選択供給機構54が接続されており、低温処理を行うための冷却用熱媒体と高温処理を行うための加熱用熱媒体とを選択的に供給し得ようになっている。ここでは、上記冷却用熱媒体と加熱用熱媒体とは共に不活性ガス、例えば窒素ガスをを用いており、この窒素ガスの温度を変えることによ

的には、上記熱媒体流路50の媒体入口50Aには、下段ブロック40Bに形成した貫通孔56を挿通させて主媒体供給ライン58が接続されると共に、上記熱媒体流路50の媒体出口50Bには、下段ブロック40Bに形成した貫通孔60を挿通させて主媒体排出ライン62が接続されている。

【0016】上記主媒体供給ライン58の基部部には、熱媒体となる不活性ガス、例えば窒素ガスを貯留するガス源64が接続されている。そして、この主媒体供給ライン58の途中は、2つに分岐されて一方には、窒素ガスを所定の温度、例えば10〜25℃に冷却して維持する冷却部66が介設されると共に、他方には窒素ガスを所定の温度、例えば200〜400℃に加熱して維持する加熱部68が介設される。そして、上記主媒体供給ライン58の分岐点には、それぞれ例えば3方よりなる上流側切替弁70と下流側切替弁72とが介設されており、冷却部66は加熱された熱媒体のいずれか一方を選択的に流すようになっている。そして、上記ガス源64と上記上流側切替弁70との間の主媒体供給ライン58には、開閉弁74及びマスフローコントローラのような流量制御器76が順次介設されている。尚、上記窒素ガスを循環使用させるようにしてもよい。

【0017】一方、上記下段ブロック40Bの補助熱媒体流路52には、冷却供給機構80が接続されており、必要時に載置台40の降温を促進させるようになっている。ここでは、冷却として、例えば冷却水が用いられるがこれに限定されない。具体的には、上記補助熱媒体流路52の媒体入口52Aには、補助媒体供給ライン82が接続されると共に、上記補助熱媒体流路52の媒体出口52Bには、補助媒体排出ライン84が接続されている。そして、上記両ライン82、84は、補助冷却水を貯留してこれを圧送する補助冷却源86にて接続されており、冷却水を循環使用するようにになっている。そして、この補助冷却源86の上流側の補助媒体供給ライン82には、これに流れる冷却水の温度を所定の冷却温度、例えば10〜25℃に維持する冷却部88と開閉弁90とが順次介設されている。

【0018】更に、上記上段ブロック40Aと下段ブロック40Bとの接合部の僅かな隙間48には、これに不活性ガスよりなる熱対流用ガス、例えばヘリウムガスを供給するための熱対流用ガス供給機構92が接続されている。具体的には、上記隙間48に熱対流用ガスライン94を接続し、このライン94の基部部にヘリウム源98を接続している。尚、ヘリウムガスに替えてアルゴンガスを用いるようにしてもよい。そして、この熱対流用ガスライン94には、上記ヘリウム源98より開閉弁98及びマスフローコントローラのような流量制御器100が順次介設されている。

【0019】一方、上記載置台40の下方には、複数本、例えば3本のL字状のリフトピン102（図示例で

は2本のみに記す)が上方へ起立させて設けられており、このリフトピン102の基部は、リング部材104に共通に接続されている。そして、このリング部材104を処理容器底部に貫通して設けられた押し上げ棒108により上下動させることにより、上記リフトピン102を載置台40に貫通させて設けたリフトピン穴108に挿通させてウエハを持ち上げ得ようになっている。上記押し上げ棒108の容器底部の貫通部には、処理容器24において内部の気密状態を保持するために伸縮可能なブローズ110が設けられ、この押し上げ棒108の下端はアクチュエータ112に接続されている。

【0020】また、この処理容器24の天井部には、シール部材114を介して天井板116が気密に設けられると共に、この天井板116の中央部には比較的大口径の活性種導入孔118が形成されている。そして、この活性種導入孔118に、必要な活性種を発生させて下方の処理容器24内へ導入するための活性種発生機構120が設置されている。具体的には、この活性種導入孔118の上部には、下端が開放された有天井の円筒体状のプラズマ容器122がシール部材124を介して気密に取り付けられている。このプラズマ容器122は、例えば石英やセラミックス材などの絶縁材よりなる。このプラズマ容器122の周囲には、一端が接地されたマイクロ波コイル126が適当数だけ巻回されている。

【0021】そして、このコイル126の他端には、マッチング回路128を介して例えば、2.45GHzのマイクロ波発生器130が接続されており、上記プラズマ容器122内にマイクロ波を導入して後述するようにプラズマを立てるようになっている。そして、このプラズマ容器122の天井部には、ガス導入口132が形成されており、このガス導入口132には、活性種用ガスライン134が接続されている。そして、この活性種用ガスライン134には、活性種用ガスとしてN₂、ガスとH₂、ガスを貯留するN₂、ガス源136及びH₂、ガス源138が接続されてそれぞれ接続される。そして、各分岐路には、それぞれ開閉弁140、142及びマスフローコントローラのような流量制御器144、146が順次設けられており、必要に応じて上記N₂、ガスとH₂、ガスを流量制御しつつ供給し得ようになっている。

【0022】そして、上記活性種導入孔118の周囲の天井板116には、処理ガス供給手段148の一部を構成する複数のガス導入口150が形成されており、このガス導入口150には、処理ガスライン152が接続されている。この処理ガスライン152には、処理ガスとしてNF₃、ガスを貯留するNF₃、ガス源154が接続されると共に、途中には、開閉弁156及びマスフローコントローラのような流量制御器158が下流側に向けて順次設けられている。尚、図示されていないが、載置台40の上段、下段ブロック40A、40Bの接合部において、リフトピン108の周囲や貫通孔56、60

の周囲にも、Oリング等のシール部材が介在されており、処理容器24内や隙間48内の気密性を維持しているのは勿論である。

【0023】次に、以上のように構成された処理装置を用いて行なわれる本発明の処理方法について図4及び図5も参照して説明する。図4は中間体作成を行って低温処理工程を説明するための説明図、図5は中間体を昇華させるための高温処理工程を説明するための説明図、図6は処理方法の流れを示すフローチャートである。まず、真空状態に維持された処理容器24内に、トランスファチャンバ36側からウエハ搬出口34を介して未処理の半導体ウエハWを搬入し、これを載置台40上に載置する(図8中の点P1)。この半導体ウエハWのシリコン表面には、種々の要因から僅かに不要な自然酸化膜が付着している。このウエハWの搬入に先立って、載置台40の上段ブロック40Aの熱媒体流路50には、冷却用熱媒体が流れており、また、下段ブロック40Bの補助熱媒体流路52には冷媒として冷却水が流れており、載置台40は所定の温度に維持されている。尚、実際には、直前に行われた高温処理の温度から載置台40は十分に降温されて上記した所定の温度に維持されている。

【0024】具体的には、熱媒体選択供給機構54においては、主媒体供給ライン58に介設された上流側切替弁70と下流側切替弁72は、熱媒体が冷却部8内を流れるように切り替えられている。従って、ガス源64から流量制御されつつ流れ出した窒素ガスは、冷却部8にて所定の低温(室温)10〜25℃の範囲内に冷却維持され、この冷却用媒体は主媒体供給ライン58を流れて上段ブロック40Aの熱媒体流路50に至り、そして、この熱媒体流路50の全体を流れた後に、主媒体排出ライン62から排出されることになる。これにより、上段ブロック40Aは、高温状態から十分に降温冷却されることになる。また、この載置台40の降温を促進させるために、冷媒供給機構80においては、補助熱媒体供給ライン82と補助熱媒体排出ライン84とを用いた循環ラインにより、冷媒として冷却水が下段ブロック40Bの補助熱媒体流路52に流れて循環している。この冷却水は、冷却部88により上記冷却時の窒素ガスと同じ温度、例えば10〜25℃の範囲内に設定維持されている。これにより、下段ブロック40Bも高温状態から十分に降温冷却されて、上記した所定の温度を維持している。

【0025】この時、上段ブロック40Aを迅速に降温させて所定の温度に安定的に維持するには、熱対流用ガス供給機構92を動作させて、この熱対流用ガスライン94から隙間48にH₂ガスを供給し、これにより上段ブロック40Aから下段ブロック40Bへの熱伝達効率を上げるようにするのがよい。尚、上記冷却されたN₂、ガスよりなる低温用熱媒体のみで、十分に迅速に載置台

40を冷却し得るならば、冷却水及びHeガスの使用は省略してもよい。

【0026】このようにして、10～25℃程度に維持されている載置台40上に、上述のように半導体ウエハWが設置されたならば、この処理容器24内を密閉して、容器内部を真空引きしつづ、処理ガスとしてNF₃、ガスを流量制御しつつガス導入口150から処理容器24内へ導入すると共に、活性種用ガスとしてN₂、ガスとH₂、ガスと活性種発生機構120のガス導入口132からプラズマ容器122内へ流量制御しつつ導入する。これと同時に、マイクロ波コイル126へ2.45GHzのマイクロ波を印加し、これにより、図4に示すようにマイクロ波によりH₂、ガスとN₂、ガスのプラズマが発生してこのプラズマにより両ガスの活性性H^{*}、N^{*}及びこれらの活性種が結合して別の活性種NH^{*}が生成されることになる。

【0027】これらの活性種はH^{*}、N^{*}、NH^{*}はプラズマ容器122内を降下して処理容器24内に流入し、ここで処理ガスであるNF₃、ガスと反応してNF₃・Hxとなり、更に、これらのガスや活性種が、半導体ウエハ表面の自然酸化膜(SiO₂)と反応して、これが(NH₃)_x・SiF₄よりなる中間体に変換され、ウエハ表面に中間体膜8が形成されることになる。この時のプロセス圧力は例えば532Pa(4Torr)程度、ウエハが300mmサイズの時の各ガスの流量は、例えばN₂、ガス(プラズマ用)が1リットル/min、H₂、ガスが50sccm程度、NF₃、ガスが150sccm程度、プロセス時間が60秒程度である。尚、これらの各数値は単に一例を示したに過ぎず、これに限定されない。また、プロセス温度が、10℃より低い場合、例えば25℃よりも高い場合には、いずれの場合にも自然酸化膜を十分に中間体へ変換させることができない。このようにして、所定の時間だけ低温処理工程を行って中間体を作成したならば(図6中の点P2)、次に、高温処理工程へ移行して上記中間体を昇華させる。

【0028】まず、図5に示すように、処理ガスであるNF₃、ガスの供給及びH₂、ガスの供給をそれぞれ停止し、また、マイクロ波コイル126へのマイクロ波の印加も停止し、プラズマや活性種を発生させないようにする。尚、N₂、ガス源136からのN₂、ガスの供給は引き続き行い、処理容器24内をN₂、ガス雰囲気にする。これと同時に、冷卻供給機構80の動作を停止して冷却水を補助熱媒体流路52内へ流さないようにし、更に、上下段ブロック40A、40B間の隙間48へのHeガスの供給も停止する。そして、熱媒体選択供給機構54にあっては、冷却部66の両側の上流閉切弁70と下流閉切弁72とを切り替えて加熱部68側へN₂、ガスが流れるように設定する。これにより、加熱部68ではN₂、ガスが所定の高温、例えば200～400

℃程度の範囲内に加熱されて、N₂、ガスは今度は加熱用熱媒体(ホットN₂)となって上段ブロック40Aの熱媒体流路50内に沿って流れることになり、この載置台40を直ちに加熱昇温する。

【0029】このようにして、載置台40の温度が昇温して所定の高温状態で安定したならば(図6中の点P3)、この状態で所定の時間、例えば30秒程度だけ高温処理を施す。これにより、ウエハ表面の中間体膜8は、熱分解してH₂、NH₃、N₂、SiF₄、ガス等となって飛んでしまい、昇華してしまふ。この時のプロセス圧力は、例えば93Pa(0.7Torr)程度である。この場合、プロセス温度が200℃よりも低いと中間体膜8が十分に昇華せず、また、400℃よりも高いと、製造すべき回路素子の種類にもよるが、電気的特性が急激に劣化する恐れがあるし、また、処理容器壁等から不純物金属が剥出されてウエハが金属汚染を生ずる恐れもある。

【0030】このようにして、高温処理工程が終了したならば(図6中の点P4)、スルーブットを考慮して載置台40を迅速に冷却して降温させるために、先に図6中の点P1～点P2間で説明したような操作を行う。すなわち、上段ブロック40Aの熱媒体流路50に流れる熱媒体を、加熱用熱媒体から冷却用熱媒体へ切り替え、下段ブロック40Bの補助熱媒体流路52へ冷卻水として冷却水を流しはじめると共に、上下段ブロック40A、40B間の隙間48へHeガスを流しはじめ、これにより、前述したように載置台40の温度を急速に10～25℃に向けて低下させる。尚、この時も、前述したように冷却されたN₂、ガスよりなる低温用熱媒体のみで、十分に迅速に載置台40を冷却し得るならば、冷却水及びHeガスの使用は省略してもよい。そして、半導体ウエハのハンドリング温度になったならば、処理済みのウエハと未処理のウエハの差し替えを行う(図8中の点P5)。

【0031】このようにして、載置台40の温度が所定の低温状態になって、ウエハ温度も安定したならば(図6中の点P6)、前述したと同様に、低温処理工程を行えばよい。以後は、上述したようにこのような低温処理工程と高温処理工程とを繰り返す行うことになる。このようにして、1つの処理装置内において、低温処理工程、例えば中間体の形成操作と、高温処理工程、例えば中間体の昇華操作とを、スルーブットを低下させることなく迅速に連続的に行うことが可能となる。また、一般的に昇温より降温により多くの時間を要する載置台40の熱的特性に鑑みて、降温時のみに下段ブロック40Bの補助熱媒体52に冷卻(冷却)水を流すようにすれば、載置台40の降温速度を促進させることができ、スルーブットを一向に上させることが可能となる。

【0032】更に、上下段ブロック40A、40B間の隙間48に、降温時にHeガスなどの熱対流用ガスを

供給すれば、両ブロック40A、40B間の熱移動が促進され、更に、載置台40の降温速度を促進させることが可能となる。また、ここでは冷却用熱媒体及び加熱用媒体として窒素ガスを用いたが、これに限定されず、例えばAr、He等を用いることができる。また、この熱媒体として、気体に限らず液体、例えば温水等を用いることができる。また、ここでは補助熱媒体流路52に流す冷媒として冷却水を用いたが、これに限定されず、他の冷媒、例えばガリウム（商品名）、フロリナート（商品名）等も用いることができる。更に、ここでは処理ガスとしてNF₃ ガスを用いたが、これに限定されず、NF₃ ガス、SF₆ ガス、CF₄ ガスの内の少なくとも一種を用いることができる。

【0033】また、上記実施例では、載置台40を、上下段ブロック40A、40Bの2つのブロックに分割されたものを接合して構成した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、図7に示すように、載置台40として薄い一枚の円板状のブロック内に、熱媒体流路50と補助熱媒体流路52を別々に形成するようにしてもよい。これによれば、載置台40自体の熱容量を小さくして、載置台40の昇温操作及び降温操作を一層迅速に行うことが可能となる。また、ここでは低温処理工程と高温処理工程として、ウエハ表面から自然酸化膜を除去するブレイクリーニング処理を例にとって説明したが、これに限定されず、2つの異なる温度帯域で連続的に処理する工程ならばどのような処理にも本発明を適用することができる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の処理装置及び処理方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。請求項1、5、6、7、8、9、10に係る発明によれば、載置台の熱媒体流路に冷却用熱媒体と高温用熱媒体とを選択的に流すことにより、同一の処理容器内において低温処理と高温処理とを連続的に、且つ迅速に行うことができる。請求項2、3に係る発明によれば、載置台の降温時に補助熱媒体流路に冷媒を流すことにより、載置台の降温操作を更に迅速に行うことが可能となり、その分、スループットを向上させることができる。請求項4に係る発明によれば、上段ブロックと下段ブロックとの間の微細な隙間（接合部）に熱対流用ガスが導入されるので、両ブロック間の熱伝達効率を促進させて、載置台の降温操作を一段と迅速に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る処理装置を示す構成図である。

【図2】図1中の載置台中に形成された熱媒体流路を示す水平断面図である。

【図3】図1中の載置台中に形成された補助熱媒体流路を示す水平断面図である。

【図4】中間体の作成を行う低温処理工程を説明するための説明図である。

【図5】中間体を昇華させるための高温処理工程を説明するための説明図である。

【図6】処理方法の流れを示すフローチャートである。

【図7】本発明の処理装置の変形例を示す構成図である。

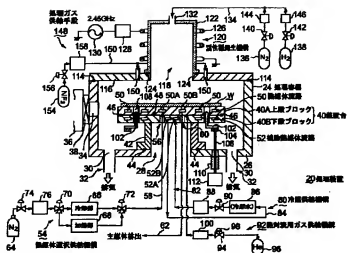
【図8】自然酸化膜を中間体に交換する従来の処理装置の一例を示す概略構成図である。

【図9】中間体を昇華させる従来の処理装置の一例を示す概略構成図である。

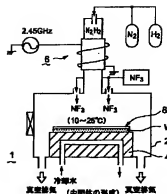
【符号の説明】

- 8 中間体積
- 20 処理装置
- 24 処理容器
- 40 載置台
- 50 熱媒体流路
- 52 補助熱媒体流路
- 54 熱媒体選択供給機構
- 58 主媒体供給ライン
- 62 主媒体排出ライン
- 66 冷却部
- 68 加熱部
- 70 上流側切替弁
- 72 下流側切替弁
- 80 冷媒供給機構
- 82 補助熱媒体供給ライン
- 84 補助熱媒体排出ライン
- 86 補助冷媒源
- 92 熱対流用ガス供給機構
- 94 熱対流用ガスライン
- 96 ヘリウム源
- 120 活性種発生機構
- 122 プラズマ容器
- 126 マイクロ波コイル
- 130 マイクロ波発生器
- 148 処理ガス供給手段
- 154 NF₃ ガス源
- W 半導体ウエハ（被処理体）

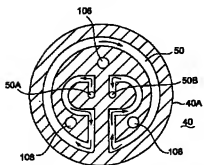
【図1】



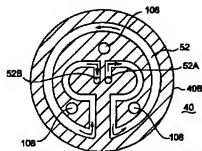
【図8】



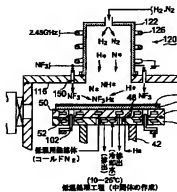
【図2】



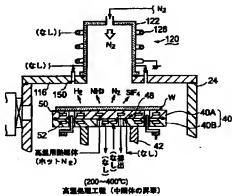
【図3】



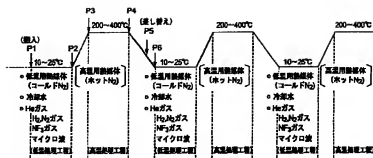
【図4】



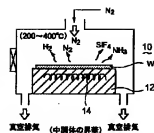
【図5】



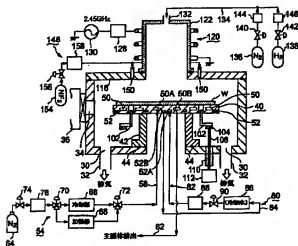
【図6】



【図9】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 DA04 FA02 FA10
 GA02 JA10 KA23 KA26
 4M104 DD03
 5F004 AA14 BA20 BB18 BB25 BB26
 CA01 CA04 DA01 DA17 DA18
 DA24 DA25 DB03 EA28
 5F033 QQ12 QQ15 QQ94 WW03